



Colurus
Axis
Horizon ob



Gay Lussac

Expériences sur les regles destinées à la mesure des bases de l'arc terrestre.

Description des regles

Ces regles au nombre de quatre, sont de platine et ont 12 pieds de longueur sur 6 lignes de largeur environ et 1 ligne d'épaisseur. Chacune est recouverte d'une autre regle de cuivre, ayant à peu près 11 pieds 6 pouces de longueur, qui est fixée par un bout à une des extrémités de la regle de platine, et dont l'autre bout est libre et s'étend jusqu'à 6 pouces de l'autre extrémité. L'objet de cette seconde regle est de composer avec la pre un thermomètre métallique, qui indique à chaque instant la température des deux regles par la quantité dont le cuivre se dilate plus que le platine.

La différence des deux dilatations est donnée par des divisions qui sont tracées sur l'extrémité de la regle de cuivre et par un vernier qui est fixé sur celle de platine. Chaque division est un vingt millième de la longueur de la

regle de cuivre; et le vernier donne des parties dix fois plus petites ou des deux cent millièmes de la même longueur.

Sur l'extrémité de la regle de platine du côté du thermomètre métallique, sont deux petites coulisses entre lesquelles glisse à léger frottement une languette, également de platine qui est divisée en vingt millièmes de la longueur totale de la regle; ces vingt millièmes sont pareillement subdivisés en des deux cent millièmes par un vernier qui est tracé sur une des coulisses.

Pour faire entendre l'usage de cette languette, nous dirons que la manière ordinaire de mesurer les bases en faisant toucher les regles les unes par les autres, nous a paru défectueuse en ce qu'il est difficile de bien juger l'instant où le contact a lieu et qu'on peut craindre en ajustant une regle de déranger celles qui sont déjà posées. Nous avons pensé en conséquence qu'il valoit mieux mettre les regles à de petites distances entr'elles, et ensuite mesurer ces distances séparément. Les languettes que nous venons de décrire serviront à prendre ces mesures partielles, et ce moyen

seroient très précis parceque les division des languettes donnent des deux-cent millièmes* de la longueur des regles, et qu'on estimera aisément la moitié ou même le tiers d'une division.

Chaque regle est portée par une piece de sapin bien dressée, sur laquelle elle est contenue entre de petites montures de cuivre qui la maintiennent en ligne droite. Cette piece de sapin pose sur deux especes de trépieds de fer ayant trois vis qui serviront à caler les regles et à les mettre à la hauteur convenable pour pouvoir faire usage des languettes. Les trépieds porteront sur des soles de bois étendues sur le terrein, et seront placés à environ deux pieds et demie de chaque extrémité de la piece de sapin.

---

* un deux cent-millième de la longueur d'une regle est à très peu près égal à $\frac{1}{116}$ de ligne. $\frac{1}{116} = 0^{lig},00862$ c'est la division indiquée par le dernier, ainsi la division tracée immédiatement sur les languettes et à l'extrémité des regles de cuivre, est de $0^{lig},086$, c'est entre $\frac{1}{11}$ et $\frac{1}{12}$ de ligne, ou plus exactement c'est $\frac{1}{11,6}$ de ligne.

Enfin un petit toit qui couvrira chaque pièce de sapin, mettra la règle à couvert des rayons du soleil.

L'inclinaison des règles par rapport à l'horizon sera mesurée par une espèce d'équerre de maçon qui au lieu d'un fil à plomb portera une alidade ~~fix~~ à laquelle sera fixée un niveau à bulle d'air.

Détermination de la dilatation absolue des règles correspondante aux différentes températures marquées par les thermomètres métalliques.

Pour faire les expériences qui doivent servir à cette détermination, on avoit placé dans un terrein libre et isolé, deux fortes bornes à 48 pieds de distance l'une de l'autre, enfoncées en terre de 4 pieds et $\frac{1}{2}$ et dont la base étoit établie sur de la maçonnerie; leur saillie hors de terre étoit d'environ 6 pouces. On avoit ajusté les quatre règles les unes au bout des autres au moyen de petites emboîtures de cuivre qui les fixoient fortement. Une des extrémités des quatre règles réunies étoit fixée d'une

manière invariable au centre d'une des bornes; l'autre extrémité qui portoit une languette se terminoit à quelques pieds au centre de l'autre borne et sur ce second centre étoit ajusté un petit plan de cuivre vertical qui étoit exactement perpendiculaire à la direction des règles.

Ces règles étoient portées dans toute leur longueur par les pièces de sapin dont nous avons parlé et posoient sur de petits rouleaux de cuivre qui rendoient leur mouvement très libre. Un toit en bois couvroit les règles et les garantissoit de l'action des rayons du soleil, sans gêner la circulation de l'air.

Voici la manière dont chaque expérience étoit faite. On appuyoit d'abord contre le petit plan vertical la languette qui étoit à l'extrémité des règles et on observoit la division marquée par la languette: ensuite on observoit deux fois les 4 thermomètres métalliques l'un après l'autre, une 1ère fois en allant vers l'autre borne et une seconde fois en revenant, et après cela on répétoit l'observation de la languette. Si pendant la durée des observations l'allongement des règles avoit éprouvé une grande variation, ce

qui arrivoit quelquefois, on recommençoit l'expérience. mais si les variations avoient été peu considérables comme, par exemple, d'une ou de deux divisions seulement, l'expérience étoit regardée comme suffisamment exacte et on prenoit néanmoins toujours un milieu entre les résultats.

On observoit aussi pendant l'expérience un thermomètre à mercure à division de Réaumur qui étoit placé vers le milieu des 4 règles mais c'étoit plutot pour connoître l'état de la température de l'atmosphère que pour déterminer le rapport entre la marche de ce thermomètre et celle des thermomètres métalliques, rapport qui ne pouvoit être donné qu'imparfaitement par ces expériences, et que nous établirons dans la suite d'une manière précise par des observations d'un autre genre.

Les expériences furent commencées vers le commencement de mai 1792. Celles qui furent faites les 1ers jours ne nous donnerent pas des résultats bien concordants

soit que les barres n'ayant pas encore eu le temps de prendre leur assiette, eussent quelque petit mouvement, soit qu'on ne fut pas encore suffisamment exercé aux observations. Mais après 15 jours d'expérience les observations s'accordent bien entre elles, et nous trouvions qu'aux mêmes degrés de température marqués par les thermomètres métalliques, répondoit toujours un même allongement des regles donné par les divisions de la languette.

Les expériences d'après lesquelles nous avons établi la dilatation des regles sont celles qui ont été faites depuis le 24 mai jusqu'au 5 juin 1792. Dans cet intervalle de temps, le thermomètre à mercure placé comme nous l'avons dit au milieu des regles a varié depuis 8°, 2 jusqu'à 24°, 7. Nous n'avons pas fait usage des expériences qui ont précédé le 24 mai parcequ'elles étoient peu concluantes à cause du peu de variations de la température.

La table suivante présente ces expériences qui sont au nombre de 33. on a mis dans

la 1ère colonne les époques de ces expériences ; dans la 2e les degrés marqués par le thermomètre à mercure ; dans la 3e la somme des degrés ou divisions marquées par les 4 thermomètres métalliques, et dans la 4e les divisions données par la languette. Nous expliquerons dans la suite ce que sont la 5e et la 6e colonnes.

Expériences sur la dilatation des règles

1		2	3	4	5	6
Époques des expériences		Degrés du thermomètre à mercure	Somme des quatre therm. métalliques	Divisions marquées par la languette	Divisions calculées	Différences
May	24	5°,9	1592,9 part.	1645,7 part.	1644,5 par.	− 1,2 par.
	id.	16,8	1692,5	1554,0	1551,9	−2,1
	id.	16,3	1685,6	1559,0	1558,2	−0,8
	25	6,9	1593,4	1641,3	1644,0	+2,7
	id.	13,5	1658,7	1583,7	1583,2	−0,5
	id.	13,4	1658,5	1584,8	1583,4	−1,4
	26	6,7	1598,4	1637,9	1639,4	+1,5
	id.	17,3	1704,9	1541,5	1540,2	−1,3
	id.	16,7	1694,7	1550,1	1549,7	−0,4
	29	3,2	1566,8	1669,1	1668,8	−0,3
	id.	3,3	1567,7	1668,5	1667,9	−0,6
	id.	4,7	1574,6	1660,2	1661,5	+1,3
	id.	6,0	1586,1	1648,7	1650,8	+2,1
	id.	9,8	1618,5	1619,5	1620,6	+1,1

1		2	3	4	5	6
Époques des expériences		Degrés du thermomètre de mercure	Sommes des quatre thermomètres métalliques	Divisions marquées par la languette	Divisions calculées	Différences
Mai	id	14,3	1656,5	1584,0	1585,3	+1,3
	id	12,7	1651,1	1591,8	1590,3	−1,5
	30	4,8	1581,1	1656,4	1655,5	−0,9
	id	5,1	1581,7	1655,2	1654,9	−0,3
	id	10,0	1621,6	1616,8	1617,8	+1,0
	id	12,0	1636,3	1602,2	1603,1	+0,9
	id	14,2	1653,7	1586,0	1587,9	+1,9
	id	16,5	1692,4	1553,5	1551,9	−1,6
Juin	3	8,8	1619,9	1622,4	1623,1	+0,7
	id	17,6	1685,8	1557,8	1558,0	+0,2
	id	17,5	1693,5	1553,0	1550,8	−2,2
	4	20,2	1707,7	1536,3	1537,6	+1,3
	id	21,6	1732,3	1514,7	1514,7	−0,0
	id	20,8	1727,4	1520,2	1519,3	−0,9
	5	24,7	1772,4	1477,0	1477,4	+0,4
	id	24,3	1774,7	1475,8	1475,3	−0,5
	id	22,7	1760,3	1489,5	1488,7	−0,8
	id	23,2	1767,7	1482,2	1482,0	−0,2
	id	23,1	1763,5	1485,4	1485,7	+0,3

Les parties portées dans cette table sont des 20millièmes de la longueur des règles ou des 16mes de ligne

Pour conclure de ces expériences la dilatation des quatre règles nous allons comparer le terme moyen des cinq observations faites à la température la moins élevée, savoir les trois pres du 29 may et les deux pres du 30 may avec le terme moyen des cinq observations du 5 juin qui ont été faites à la plus haute température.

	Divisions marquées par les quatre therm. métalliques	Divisions marquées par la languette
29 may	1566,8	1669,1
	1567,7	1668,5
	1574,6	1660,2
30 may	1581,1	1656,4
	1581,7	1656,2
terme moyen	1574,4	1661,9
5 juin	1772,4	1477,0
	1774,7	1475,8
	1760,9	1489,5
	1767,7	1482,2
	1763,5	1485,4
terme moy.	1767,7	1482,0
dif. entre les termes moy.	193,3	179,9.

D'où l'on voit que pour 193^{par},3 marquées par les quatre thermomètres métalliques les 4 règles se sont allongées de 179^{par},91; et par conséquent pour une partie marquée par le thermomètre D, l'allongement a été de 0^{p},9307

Pour vérifier si ce résultat s'accordoit avec les autres expériences rapportées dans la table, nous avons pris d'abord un terme moyen entre toutes les observations du thermomètre qui nous a donné 186^{par},7; nous avons pris également un terme moyen entre toutes les observations de la languette qui nous a donné 179^{par},5; ensuite partant de ces deux quantités et employant le rapport trouvé ci dessus 0,9307, nous avons calculé pour chaque observation du thermomètre contenue dans la table les nombres de divisions que devoit marquer la languette; enfin de ces nombres calculés nous avons formé la 5e colonne de la table, et nous avons ajouté la 6e colonne qui donne les différences entre les quantités observées et calculées.

La plus grande de ces différences n'est que de 2^{p},7 ce qui répond seulement à un trois cent millième de la longueur des quatre

réglée et d'après cela nous croyons inutile de combiner autrement les expériences et nous regardons notre détermination comme suffisamment exacte.

11.° Pour comprendre la méthode de calcul que l'auteur n'a point expliquée, il faut observer que des deux termes moyens qu'il a trouvés il considère 1662^{par},7 du thermomètre comme devant correspondre à 1579^{par},5 données par les languettes; c'est à dire qu'il prend ces deux nombres comme la base de la détermination des divisions des languettes, celles des thermomètres métalliques étant données. Il faut de plus observer que lorsque le nombre donné par les thermomètres augmente, celui donné par la languette diminue et réciproquement. Or on a vu précédemment qu'une partie marquée par le thermomètre causait une variation de 0^{par},9307 à la languette, et d'après ce qu'on vient de dire cette variation est soustractive lorsque celle des thermomètres est additive et réciproquement. D'après cela soit

$u = 0,9307$; $T = 1662,7$; $\lambda = 1579,5$

x un nombre quelconque donné par les thermomètres; y le nombre donné par la

Mais il y a une petite correction à faire au résultat trouvé 0^{l},9307 parceque les regles étant jointes les unes aux autres par des pieces de cuivre qui s'allongeroient par la chaleur plus que le platine, nos expériences ont dû nous donner pour ce dernier métal une dilatation plus grande qu'elle n'est réellement. Nous avons trouvé d'après les dimensions de ces pieces d'attache, que le résultat devoit être diminué d'un 150e à peu près, ce qui le réduit à 0^{l},9245.

---

languettes; on a $y = \lambda + u(T-\theta)$: car dans cette formule y augmente lorsque θ diminue, et réciproquement; et de plus une variation d'une unité dans θ cause dans y une variation $= u = 0,9307$, conditions auxquelles il falloit satisfaire.

Nous établissons donc que pour une partie marquée par nos thermomètre métalliques, les 4 regles s'allongent de 0,19245 (chaque partie étant comme nous l'avons dit un deux cent millième de la longueur d'une regle)

Nous rappellerons ici que les parties ~~marquées~~ ~~par~~ de nos thermomètres métalliques expriment la différence de dilatations de la regle de cuivre et de la partie correspondante de la regle de platine qui composent les thermomètres et que ces différences sont aussi des deux-cent millièmes de la longueur de la regle de cuivre ; d'où on conclura aisément que la dilatation du platine étant égale à 0,19245 de la longueur lorsque la différence des deux dilatations est égale à 1 partie des thermomètre les dilatations de ces 2 métaux sont entre elles comme 1,19245 et 0,19245, ou à très peu près, comme 25 : 12. *

---

* Il ne faut pas perdre de vue que la 3e colonne donne la somme des 4 ther. métalliques ce qui fournit le même résultat que s'il n'y

Détermination du terme de la glace fondante dans chacun des 4 therm. Métalliques, et comparaison de la marche de ces thermomètres.

Cette détermination et quelques autres que nous rapportons dans la suite ont été faites les règles étant plongées dans l'eau. Pour cela on avoit une auge de bois doublée en plomb qui avoit environ 13 pieds de longueur 8 pouces de largeur et 6 pouces de profondeur en dedans. Une grande règle de cuivre dont nous expliquerons bientôt la construction et qui

avoit en qu'un seul thermomètre métallique égal à la longueur des 4 règles. Cela posé il faut considérer ~~[illegible]~~ que la variation du therm. métallique est l'excès de l'allongement ~~des 4 règles de cuivre~~ de la somme des 4 règles de cuivre sur l'allongement des 4 règles de platine. Soit donc A l'allongement des 4 règles de cuivre, A' celui des 4 règles de platine, Θ la variation correspondante du thermomètre, on aura $\Theta = A - A'$ or lorsque $\Theta = 1$ on a $A' = 0,9245$; donc dans ce cas $A = 1,9245$.

nous appellons regle de comparaison étoit placée dans l'auge et portée sur des fils de fer mis en travers et élevée d'environ 3 pouces au dessus du fond de l'auge. Sur cette regle bien nivellée étoient placées les quatre regles de platine que l'on vouloit comparer. Ces regles sont numérotées 1, 2, 3, 4.

Nous avons observé en même temps une 5e regle également de platine qui a servi aux observations de la longueur du pendule à secondes et dont nous voulions connoître la dilatation en la comparant à celle des autres regles. Cette 5e regle a aussi une languette et un thermometre divisé comme ceux des regles destinées à la mesure de la base, et sa longueur, prise jusqu'au 0 du vernier de la languette est également de 12 pieds.

L'auge étant bien garnie de glace pilée et les cinq regles mises les unes à côté des autres sur la regle de comparaison à 10 lignes environ au dessous de la surface de l'eau, on a observé plusieurs fois de suite les 5 thermometres au moyen des microscopes fixés à chacun d'eux et on a trouvé qu'ils marquoient toujours les divisions suivantes.

Regle pour la mesure de la base	N°. 1	385 P.^{or}, 3
	N°. 2	385, 5
	N°. 3	380, 3
	N°. 4	384, 9
Regle du pendule		151, 0

Nous remarquerons que les thermomètres étoient stationnaires longtemps avant les observations et qu'ils l'ont été longtemps encore après.

Ces deux observations étant achevées on a retiré la glace de l'auge, et on la remplie d'eau chaude. Ensuite après avoir laissé refroidir l'eau pendant quelque temps, on a de nouveau observé les 5 thermomètres métalliques. On avoit l'attention de marquer l'heure des observations pour pouvoir tenir compte des petites variations qui avoient lieu en passant d'un thermomètre à l'autre.

On observoit en même temps 3 thermomètres à mercure placés l'un au milieu et les deux autres sur les extrémités de l'auge. Dans ces thermomètres l'intervalle depuis le terme de la

glace fondante jusqu'à celui de l'eau bouillante est divisé en 100 degrés. Voici les observations.

	Règles pour les bases				Règle du pendule	Thermomètres à mercure		
	N°1	N°2	N°3	N°4		1er	2e	3e
	454,9 par	455,6 par	450,7 par	454,8 par	221,1 par	38.0	37.8	37.5
	454.0	454.7	450.0	453.9	220.6	37.5	37.2	37.2
	452.8	453.6	448.8	453.3	219.5	37.1	36.8	36.6
	452.0	452.9	447.7	452.2	217.9	36.4	36.3	36.0
	450.7	451.4	446.1	450.9	216.7	35.6	35.6	35.3
	448.9	449.1	444.6	448.9	215.1	34.7	34.5	34.3
termes moyens	452.2	452.9	448.0	452.3	218.5	36.6	36.4	36.2
observ. à la glace	385.3	385.5	380.3	384.3	151.0	36.4		
marche réelle des therm.	66.9	67.4	67.7	68.0	67.5			

Des termes moyens conclus de chaque colonne d'observations on a retranché ce que marquoit chaque thermomètre à la température de la glace, et on a eu la marche relative des thermomètres.

Cette marche est, comme l'on voit, à très peu près la même dans les 5 thermomètres et ce résultat est encore confirmé par les expériences suivantes qui ont l'avantage d'avoir été faites lorsque l'eau de l'auge étoit à la température de l'air extérieur, laquelle n'a pas varié pendant la durée des observations.

	N° 1	~~N° 2~~	N° 3	N° 4	règle du pendule	
	433.8 par	434.0 par	429.0 par	432.7 par	200.0 par	therm. à mercure
	433.5	433.9	428.8	432.8	199.8	26°.2
	433.7	433.8	429.0	432.8	199.8	
	433.7	433.8	428.7	432.8	199.8	
termes moyens	433.7	433.8	428.8	432.8	199.8	
obser. à la glace	385.3	385.5	380.3	384.3	151.0	
marche réelle des ther.	48.4	48.3	48.5	48.5	48.8	

Le grand accord de ces diverses expériences prouve que nos thermomètres ont ~~tous~~ la même marche, et comme les règles de cuivre qui composent ces thermomètres sont toutes de la même espèce de cuivre, on en peut conclure que les 5 règles de platine se dilatent toutes également.

Si on compare la marche des 5 thermomètres à la marche moyenne des trois thermomètres à mercure, on trouvera que pour un degré de ces derniers, les thermomètres métalliques marquent 1par.853 ce qui répondrait à 2par.316 pour un degré du thermomètre de Réaumur. On trouvera aussi, d'après ce que nous avons dit ci-dessus, que pour un degré de nos thermomètres à mercure le platine se dilate de 1par.713, c'est-à-dire d'un 116000e, et par conséquent, pour un degré du thermomètre de Réaumur, il se dilate d'un 92800e.

Comparaisons des longueurs des règles destinées à la mesure des bases.

Nous allons d'abord décrire la règle qui a servi à faire cette comparaison et qui a été principalement construite

pour pouvoir réussir les ~~[illegible]~~ étalons des mesures linéaires. Cette règle a environ 12 pieds de longueur 30 lignes de largeur et 5 d'épaisseur. A une de ses extrémités est fixée d'une manière très solide un petit cylindre de lignes de hauteur et de lignes de diamètre qui est exactement perpendiculaire sur le plan de la règle et qui sert de heurtoir aux règles ou mesures que l'on compare. On fait cette comparaison au moyen d'une petite règle mobile de 6 pouces de longueur et divisée en dix millièmes de toise, que nous appellons curseur; cette petite règle est portée sur un chariot qui la maintient toujours dans la ligne du milieu de la grande règle. Plusieurs repères sont ~~placés~~ tracés à différentes distances sur la grande règle. Il y en a un à 12 pieds du petit cylindre ou heurtoir qui nous a servi pour la comparaison des règles de la base; un autre à 6 pieds qui a servi pour la comparaison des toises, et un autre à 3 pieds et quelques pouces qui est destiné pour la vérification des mètres. Ces verniers donnent des parties dix fois plus petites que les divisions du curseur, c'est-à-dire, des cent-millièmes de toise, ou des deux cent millièmes de chaque règle de la base.

D'après ce que nous venons de dire on

comprendra aisément la manière de comparer deux mesures entr'elles. Ayant posé une de ces mesures sur la ligne du milieu de la grande regle, on appuie l'un des bouts contre le heurtoir, après cela on amene le curseur contre l'autre bout et on observe la division marquée par le vernier. On répete ensuite la même opération sur la 2e mesure, et comparant les deux résultats, on a la différence des deux mesures exprimée en cent millièmes de toise.

C'est de cette manière qu'on a comparé les 4 regles de platine. Les observations ont été faites dans le lieu mis à la température de la glace et la regle N°. 1 a servi de terme de comparaison pour les 3 autres. Ayant d'abord placé un bout de cette regle contre le heurtoir, le curseur appuyé contre l'autre bout a marqué 428p.,8: ensuite substituant la regle N°. 2 le curseur a marqué 428p.,6. ainsi la 1ère regle étoit plus grande que la 2e de 0p.,2. On a de même comparé successivement les regles N°. 3 et N°. 4 toujours avec la regle N°. 1 et on a les résultats suivants.

N°. 1 = N°. 2 + 0p. 2
N°. 1 = N°. 3 + 0p. 4
N°. 1 = N°. 4 + 0p. 4

Ainsi la différence entre la regle guarde de la plus petite des 4 regles n'est que de $0^{p}.4$ ce qui répond à un 500 millième de la longueur d'une regle.

Correction du 0 des guichets des languettes dans les 4 regles

Lorsqu'on détermine la distance d'une regle à l'autre au moyen de la languette qui est à l'extrémité d'une des regles, il est clair qu'il faut retrancher de la division observée, celle qui est marquée par le guichet à l'instant où les deux regles se touchent, c'est là la correction des guichets. Nous avons déterminé ces corrections pour les 4 regles au moyen du curseur et nous avons trouvé les quantités suivantes

Corrections

N° 1 --- $-0^{p}.7$

N° 2 --- $+0,9$

N° 3 --- -1.0

N° 4 --- $+0.2$

C'est-à-dire que pour avoir la vraie distance de la regle N° 1 à la regle suivante, il faudra retrancher $0^{p}.7$ de la distance marquée par la languette, qu'il faudra ajouter $0^{p}.9$ pour la regle N° 2 et ainsi des autres.

Application des résultats des expériences précédentes à l'opération de la mesure de la base

Nous remarquerons d'abord qu'il faudra rapporter la longueur de la base à une mesure fixe et déterminée et nous proposons pour cette mesure fixe la longueur de la regle No. 1 prise à la température de la glace; nous appellerons cette longueur A

Maintenant supposant que la base ait été mesurée ainsi que nous l'avons dit précédemment, en mettant les regles à de petites distances les unes des autres et déterminant ces distances par le moyen des languettes, il faudra rapporter les regles à la longueur fixe A, employer deux corrections l'une pour les regles entieres et l'autre pour les languettes. Cherchons premierement la correction pour les regles entieres.

Considérant d'abord la regle No. 1, soit m le terme moyen de toutes les observations de son thermometre métallique faites pendant la mesure de la base. il est clair que si de cette quantité m on retranche ce que le thermometre marque à la température de la glace, c'est-à-dire 385,$\frac{2}{3}$ ainsi que nous l'avons trouvé par nos expériences, et qu'ensuite on multiplie la différence par 0,9245 qui représente l'allongement de chaque regle correspondant à une partie marquée par les

thermomètre, on aura la correction moyenne de température qui convient à la règle N°. 1. Cette correction sera donc égale à $(m - 385^{par}, 5)\, 0,9245$.

On trouvera également en appellant m' le terme moyen de ~~toutes~~ les observations du thermomètre N°. 2, que la correction moyenne de température qui convient ~~qui convient~~ à la règle N°. 2 est égale à $(m' - 385,5)\, 0.9245$. Mais comme à la température de la glace cette règle est plus petite de $0^{par},2$ que la règle N°. 1, ainsi qu'on l'a dit plus haut, il faudra retrancher $0^{par},2$ de la correction trouvée ce qui la réduira à $(m' - 385,5)\, 0.9245 - 0^{p}.2$

Enfin on aura pour les deux autres règles les corrections suivantes, savoir

pour la règle N°. 3 $(m'' - 380,3)\, 0.9245 - 0^{p}.4$

pour la règle N°. 4 $(m''' - 384,3)\, 0.9245 - 0^{p}.4$

Il ne restera plus qu'à multiplier la correction moyenne de chaque règle par le nombre de fois que cette règle se trouvera avoir été employée dans la mesure de la base, et on aura la correction totale pour les 4 règles.

Mais on peut simplifier le calcul en employant une correction moyenne pour ces

quatre regles de la maniere suivante.

Soit M le terme moyen des observations de tous les thermomètres faites dans la mesure de la base entiere. La correction moyenne sera égale à (m − 388,3).0.9245 − 0p.25. On multipliera cette quantité par le nombre de regles contenues dans la base, et on aura la correction totale des regles entieres exprimée en ~~longueur~~ deux-cent-millièmes de la longueur fixe A.

Supposons, par exemple, que la base contienne 3000 de nos regles, et que le terme moyen de toutes les observations des thermomètres métalliques ait été trouvé égal à 411 par, ce qui répond à 12°. du thermomètre de réaumur, ou à 15°. de nos thermomètres divisés en 100, on trouvera pour la correction totale 76076 parties ou 4 pieds 6 pouces 9 lignes.

il reste à corriger les distances d'une regle à l'autre, mesurées par les languettes. Pour cela on aura deux corrections à faire, celle de la température qu'on appliquera séparément à chaque distance observée et celle des dernières qui sera la même pour toutes les distances.

La correction de température se trouvera

au moyen de la petite table ci jointe, dans laquelle on a donné les corrections pour quatre longueurs des languettes et pour quatre états des thermomètres métalliques, ce qui est suffisant à cause de la petitesse des termes. Ces corrections seront toujours additives.

Corrections des distances marquées par les languettes.

Divisions marquées par la languette	parties marquées par les thermom.			
	390^{p}	410^{p}	430^{p}	450^{p}
500^{p}.	0^{p}.0	0^{p}.1	0.1	0.2
1000	0.0	0.1	0.2	0.3
1500	0.0	0.2	0.3	0.4
2000	0.1	0.2	0.4	0.6

Quant à la correction des verniers, on trouvera par les expériences rapportées cy dessus, que la somme des corrections pour les quatre verniers est égale à -0^{p}.6 et par conséquent, la correction moyenne pour un vernier est égale à -0^{p}.15. Multipliant donc le nombre des distances mesurées par 0^{p}.15, on aura la correction totale des verniers exprimée ~~en~~

comme les autres en deux cent-milliemes de la longueur fixe A. Cette derniere correction sera soustractive.

Il restera encore à appliquer à chaque regle la correction de l'inclinaison à l'horison mesurée par l'equerre à niveau dont nous avons parlé; et enfin il faudra réduire la longueur de la base à ce qu'elle seroit, si la mesure etoit faite au niveau de la mer.

Comparaison de la regle N.° 1 avec celle qui a servi pour les observations de la longueur du pendule

Comme dans toutes les mesures des longueurs des pendules d'experience que nous avons prises avec notre regle, la languette marquoit environ 4000 par nous avons voulu pour avoir des résultats plus directs, comparer la regle N.° 1 avec la regle du pendule augmentée de ces 4000 p. et voici le moyen dont nous nous sommes servis pour faire cette comparaison.

Nous avons fait faire 4 petites regles de cuivre, à très peu près égales entr'elles, contenant chacune environ 4000 par de la languete, et 7 autres regles triples des 1.res c'est à dire de 1200 parties, les onze prises ensemble étant égales à 100000 parties ou à une ~~toise~~: Nous avons d'abord pris une des petites regles que nous avons comparée successivement à chacune des trois autres qui lui étoient à peu près

egales. Nous avons ensuite comparé chacune des regles de 1200 parties avec trois des petites regles, et enfin les onze regles prises ensemble, avec la toise de l'Academie qui a servi à la mesure des degrés de l'équateur. Ces différentes comparaisons nous ont servi à déterminer la longueur de chaque regle en parties de la toise, et nous avons trouvé par deux opérations dont les résultats ne différoient entr'eux que d'un dixieme de partie, c'est-à-dire d'un millionieme de toise, qu'une des petites regles numerotée 11 étoit égale à 3996 p.es 8, le thermometre divisé en 100 degrés marquant marquant alors 22°.¼. faisant ensuite toutes les corrections convenables, nous avons trouvé qu'à la température de la glace cette regle N.° 11. seroit égale à 3996 P.,1; chaque partie étant un deux-cent-millieme de la longueur fixe A.

Cela posé, on a comparé la regle N.° 1 et la petite regle N.° 11 prises ensemble avec la longueur totale de ~~[illegible]~~ la regle du quinticule prise depuis le commencement de cette regle jusqu'à l'extrémité de la languette marquant 4000 parties. La comparaison a été faite dans l'eau à la température de la glace.

Observant d'abord les regles N.° 1 et N.° 11 mises au bout l'une de l'autre, on a eu les résultats suivants _

	Divisions marquées par le curseur	divisions marquées par le thermomètre N.º 1
N.º 1 + N.º 11	4426 p. 0	385, 3
	4426 . 0	385 . 4
	4426 . 1	385 . 4
	4426 . 0	385 . 5
terme moyen	4426 . 0	385 . 4

Observant ensuite la longueur de la regle du pendule y compris la longueur de la languete marquant quatre mille parties, on a eu

	Divisions du curseur	Divisions du thermomètre
	4425 par. 4	151 par. 0
	4425 . 0	151 . 0
	4425 . 0	151 . 0
	4424 . 9	151 . 0
terme moyen	4425 . 0	151 . 0

Il suit de ces experiences que les deux regles N.º 1 et N.º 11 prises ensemble, etoient plus grandes de 1 partie que la regle du pendule lorsqu'elle marquoit 4000 parties ; et comme nous avons trouvé ci dessus que la petite regle N.º 11. mise au terme de la glace etoit égale à 3996 p. 1 de la longueur A on en conclura que la regle du pendule au terme de la glace, et marquant 4000 parties est égale à A + 3995.1 (chaque partie

étant un deux cent millième de A), ou ce qui est la même chose que la regle du pendule marquant 4000 parties = A(1.019976)

Comparaison de la regle N°. 1

avec la toise de fer de l'academie qui a servi à la mesure des degrés terrestres sous l'equateur

Cette comparaison a été faite dans l'eau mise à deux températures différentes dont l'une très voisine du terme de la glace, et l'autre à environ 12° du thermomètre de Réaumur.

Ce n'est pas avec la toise de l'Academie directement que la comparaison a été faite, mais avec deux toises appartenant au Cit. Lenoir qui ont été comparées plusieurs fois avec beaucoup d'attention à la toise de l'academie, et qui prises ensemble sont égales à deux fois cette toise.

	1ere comparaison			2e comparaison	
	divisions du curseur	divisions du thermo N°. 1		divisions du curseur	divisions du therm. N°. 1
regle N°. 1	428.2	385.9	regle N°1	399.2	413.6
	427.9	386.0		399.3	413.5
	427.7	385.9		399.3	413.6
	427.9	385.8		399.3	413.5
	427.9	385.9		399.3	413.6

1ère Comparaison			2e Comparaison		
	Divisions du curseur	Divisions du therm. N°. 1		Divisions du curseur	Divisions du therm. N°. 1
Deux toises	422.3	386.5	Deux toises	401.8	419.3
	422.0	386.2		401.6	419.4
	422.0	386.0		401.5	419.5
	422.3	386.2		401.5	419.4
	422.1	386.2		401.6	419.4

D'où on trouvera que lorsque le thermomètre de la regle N°. 1 marque 386^p,2 on a

$$N^o 1 = 2\ \text{toises} + 5^P.4$$

et lorsqu'il marque 419^p.4 on a

$$N^o 1 = 2\ \text{toises} - 2^P.0$$

D'après ces deux comparaisons on pourra rapporter la toise de l'academie prise à un degré donné de ~~température~~, à la longueur fixe A, c'est-à-dire à la longueur de la regle N°. 1 supposée au terme ~~de la glace~~.

Nous prendrons pour exemple le terme de 13° du thermomètre de réaumur, parceque c'est à cette température que les savans qui ont mesuré les degrés terrestres en france avoient étalonné les perches dont ils se servoient pour la mesure des bases.

On trouvera par les résultats des expériences

données précédemment, que 13° du thermomètre de Réaumur répondent à 415P. 4 du thermomètre métallique de la règle N°. 1, et qu'à cette température la règle N°. 1 est plus grande qu'au terme de la glace de 27P. 8

On trouvera ensuite en interpolant les deux comparaisons que nous venons de rapporter, que le therm. N°. 1 marquant 415P. 4, la règle N°. 1 serait plus petite que les deux toises de 2P. 5

D'où il suit qu'à 13° du therm. de Réaumur on a N°. 1 = A + 27P. 8

et N°. 1 = deux toises − 2P. 5

Donc à cette température les deux toises sont égales à A + 30P. 3.

Dilatation d'une verge de platine, fer ou laiton dont la longueur est prise pour l'unité, à différentes températures, mesurée sur le therm. centigrade; d'après les expériences de Borda et de la commission des poids et mesures.

température	platine	fer	Laiton
1°	0.00000857	0.00001156	0.00001783
10	0.00008565	0.00011560	0.00017830
20	0.00017130	0.00023120	0.00035660
30	0.00025695	0.00034680	0.00053490
40	0.00034260	0.00046240	0.00071320
50	0.00042825	0.00057800	0.00089150
60	0.00051390	0.00069360	0.00106980
70	0.00059955	0.00080920	0.00124810
80	0.00068520	0.00092480	0.00142640
90	0.00077085	0.00104040	0.00160470
100	0.00085650	0.00115600	0.00178300